



KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No.1020010068129 (43) Publication Date. 20010713

(21) Application No.1020010022475 (22) Application Date. 20010425

(51) IPC Code:

H04B 1/69

(71) Applicant:

KOO, JE GIL

(72) Inventor:

KOO, JE GIL

(30) Priority:

(54) Title of Invention

METHOD FOR REPEATEDLY CANCELING INTERFERENCE SIGNALS BY MULTI-USER CONNECTIONS IN CDMA SYSTEM

Representative drawing



(57) Abstract:

PURPOSE: A method for repeatedly canceling interference signals by multi-user connections in a CDMA (Code Division Multiple Access) system is provided to prevent a capacity deterioration of an entire system, and to minimize a resort trouble.

CONSTITUTION: One base station divides every user within one cell into groups of an N number according to a signal power order. The base station sorts the users of each group composed of an h person according to a descending order of the signal power. For user signals of the h person in the first group, the base station sequentially cancels interference signals by increasing an IRU (Interference Replica Unit) in parallel, in order that the user signals are applied. The base

station repeatedly cancels the interference signals in parallel as much as a user number of each remaining group. The base station cancels the interference signals from entire input signal at the same point for the every user signal, and detects each user signal.

COPYRIGHT 2001 KIPO

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7
 H04B 1/69

(11) 공개번호 특2001-0068129
 (43) 공개일자 2001년07월13일

(21) 출원번호 10-2001-0022475
 (22) 출원일자 2001년04월25일

(71) 출원인 구제길
 경기도 용인시 마평동 571-1 용인송담대학 디지털전자정보과
 (72) 발명자 구제길
 경기도 용인시 마평동 571-1 용인송담대학 디지털전자정보과

심사청구 : 있음

(54) 시.디.엠.에이 시스템에서의 다중- 사용자 접속에 의한 간섭- 신호들의 반복 제거 방법

요약

본 발명은, 시.디.엠.에이 시스템의 역방향 링크에서 다중- 사용자 접속에 의한 간섭- 신호들을 반복적으로 제거하는 방법이다. 이 방법은, 하나의 기지국에서 한 셀내의 모든 사용자를 그 신호 전력순에 따라 n (n 은 2 이상의 정수) 개의 그룹으로 나누는 단계를 포함한다. 다음에, h (h 는 2 이상의 정수) 명으로 구성된 각 그룹의 사용자들이 그 신호 전력의 내림차순으로 정렬된다. 다음에, 제1 그룹의 h 명의 사용자 신호들에 대하여, 간섭- 신호 복원 유니트(IRD)들로서 간섭- 신호가 차례대로 제거되며, 이전 단계들에서 적용되었던 모든 사용자 신호들이 중첩적으로 적용되도록 상기 간섭- 신호 복원 유니트(IRD : Interference Replica Unit)가 병렬로 증가되면서 제1 그룹의 전체 입력신호에서 간섭- 신호가 제거된다. 다음에, 상기 간섭- 신호 제거 단계가 적용되어 나머지 각 그룹에서 사용자 수만큼 병렬로 간섭- 신호가 제거된다. 다음에, 간섭 제거 단수 만큼의 지연 후 그룹 내 모든 사용자 신호에 대해 동일한 시점에서 간섭- 신호가 전체 입력 신호로부터 제거되어 각각의 사용자 신호가 검출된다.

대표도
 도 3

색인어

CDMA 간섭- 신호 제거, 직렬 간섭- 신호 제거, 그룹단위 간섭- 신호 제거, 반복 그룹단위 등지연 간섭- 신호 제거
 명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 차세대 이동 통신을 위한 일반적인 시.디.엠.에이 시스템의 역방향 링크 송신기의 구조를 보여주는 블록도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 의한 간섭 - 신호 제거 방법을 보여주는 개념도.

도 3은 도 2의 간섭 - 신호 제거 방법을 실현하기 위한 그룹단위의 사용자들의 간섭 - 신호를 병렬로 제거하는 과정을 반복적으로 수행하는 병렬 구조의 반복 간섭 - 신호 제거 시스템을 보여주는 블록도.

도 4는 도 3의 간섭 - 신호 복원 유니트(IRU, Interference Replica Unit)의 내부 기능을 나타내는 블록도.

도 5는 도 3의 간섭 - 신호 제거를 사용자 수 만큼의 반복적인 간섭제거 후 데이터 결정 유니트 (DDU, Data Decision Unit) 기능을 나타내는 블록도.

도 6은 종래의 직렬 간섭 - 신호 제거 방법과 본 발명에 따른 간섭 - 신호 제거 방법의 성능을 비교하기 위한 그래프이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

01 : 스크램블링 부호 02 : 필스 정형부

10, 20, 30 : h명의 사용자 그룹

40 : 간섭 - 신호 복원 유니트(IRU) 50 : 간섭 - 신호 제거 가중인자

60 : 간섭 - 신호 감산기 70 : 수신신호 지연소자

80 : 데이터 결정 유니트(DDU) 90 : h- 번째 간섭 - 신호 제거단의 전체 입력 신호

100 : k- 번째 사용자의 h- 번째 간섭 - 신호 제거단의 재확산 신호

110 : 재확산 신호(100)와 전체 입력신호(90)의 합성기

120 : 복소 역확산기 130 : 다중경로 결합기

140 : 데이터 신호결정 소자 150 : 채널추정 보상기

160 : 복소 재확산기 170 : 복소 재확산 신호

180 : 90과 동일 190 : 신호 170과 180 합성기

200 : 120과 동일 210 : 130과 동일

220 : 140과 동일 230 : 최종 데이터 결정 신호

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

시.디.엠.에 이(CDMA, Code Division Multiple Access) 시스템은 하나의 기지국에서 수많은 단말기와 통신을 수행한다. 기지국에서 서로 다른 사용자 신호를 구분하기 위해 코드(Code : 부호)를 사용한다. 그리고 특정 사용자 신호를 복조하기 위해 전체 입력 신호에서 해당 코드와 일치된 신호를 검출한다. 이때 코드가 일치되지 않으면 사용자 신호가 낮

은 대역으로 퍼져서 일정한 크기의 잡음으로 동작한다. 그러므로 사용자가 많을수록 잡음 레벨이 증가하게 되어 무한히 많은 사용자를 수용할 수 없게 된다. 여기서 다른 사용자 신호인 간섭을 줄여 시스템 성능을 향상시키기 위한 방법의 하나로 간섭제거(Interference Cancellation) 기술이 고안되었다. 여러가지 간섭제거 기술중에서 간섭 - 신호를 빼면서 제거하는 방법은 크게 직렬 간섭제거(SIC, Serial Interference Cancellation)와 병렬 간섭제거(PIC, Parallel Interference Cancellation), 그리고 이들의 혼합방식인 하이브리드 (Hybrid) 방식이 제안되었다.

이에 따른 종래의 직렬 간섭제거 방법의 원리는 다음과 같다.

먼저, 한 셀 내의 전체 K 명의 사용자 신호들을 내림차순의 전력(사용자 신호의 제곱) 순으로 정렬한다. 그리고 가장 큰 신호를 갖는 첫 번째 사용자부터 신호를 검출한다. 이때 첫 번째 사용자 신호를 제외한 나머지 신호들은 모두 간섭 - 신호로 작용하므로 잡음은 첫 번째 사용자 신호를 제외한 나머지 모든 신호전력과 부가 가우시안 백색잡음(AWGN, Additive White Gaussian Noise : 이하 백색 잡음 또는 열잡음)의 합이 된다. 여기서 각 사용자 신호의 검출 성능을 나타내는 가장 일반적인 지수인 신호대 잡음비(S/N, Signal/Noise)는 상대적으로 적어진다. 검출이란 간섭 - 신호를 제거한 다음, 원하는 사용자 신호를 복조(복원, 재생)한다는 의미이다. 그리고 두 번째 크기의 신호 전력순 사용자의 경우, 첫 번째 사용자 신호를 검출한 후, 이를 전체 신호에서 제거하기 때문에 상대적으로 전체 잡음 신호의 합이 줄어들어 신호 대 잡음비가 커진다. 이렇게 해당 사용자 신호를 검출한 다음 나머지 전체 신호에서 해당신호를 하나씩 제거함으로써 다음 전력 순번의 신호 검출시 신호대 잡음비가 증가하여 전체적인 평균 신호대 잡음비가 향상된다. 이와 같이 내림차순으로 사용자 전력을 정렬하는 것은 큰 신호전력을 갖는 사용자의 간섭 - 신호를 먼저 제거함으로써 작은 신호 검출시 상대적인 간섭 - 신호성분이 줄어드는 효과를 얻을 수 있고, 각 신호의 채널추정 정확도를 개선시켜 정확한 간섭 - 신호 성분의 제거가 가능하여 전체적인 시스템 성능을 개선시킬 수 있기 때문이다.

위와 같이 전력이 큰 신호부터 내림차순으로 간섭 - 신호를 제거하여 전체 $(K - 1)$ 번까지 간섭 - 신호를 제거한다. 그리고 K - 번째(마지막 신호) 신호는 간섭 - 신호 제거없이 직접 신호를 검출한다. 이 경우 잡음은 이미 다른 모든 사용자 신호, 즉 간섭 - 신호는 제거되고 오르지 백색 잡음(AWGN)만 남게 되어 가장 성능이 우수한 단일 사용자 검출 조건이 된다. 따라서 내림차순 정렬 상태에서 첫 번째와 마지막 사용자의 경우는 간섭 - 신호를 제거하는 과정없이 해당 신호를 검출한다.

위에서 설명된 직렬 간섭 - 신호 제거(SIC) 방법에 의하면 다음과 같은 문제점들이 있다.

첫째, 상대적으로 큰 전력 사용자의 경우 신호검출 성능인 신호대 잡음비가 저하되어 전체적인 시스템 성능이 저하된다.

둘째, $(K - 1)$ 명의 사용자 신호의 간섭 - 신호 제거를 차례대로 수행하기 때문에 전체 사용자 수가 증가하면 시스템 구현 복잡도가 급격하게 증가되어 설계가 어려워진다.

셋째, 한 심볼의 신호 구간 내에 모든 사용자 신호의 간섭 - 신호 제거와 검출동작이 완료되어야 하지만 기지국내 사용자 수의 증가시 현실적으로 하드웨어의 성능이 충분하지 못해 한 심볼 구간 내에 모든 사용자 신호를 처리하지 못하게 된다. 따라서 시스템내의 사용자 수 증가로 인한 신호검출 지연 문제점을 야기시킨다.

위와 같은 직렬 간섭 - 신호 제거(SIC) 방법은 “Analysis of a Simple Successive Interference Cancellation Scheme in a DS/CDMA Systems,” IEEE J. Selected Areas in Comm., Vol. 12, No. 5 pp. 796 - 807, Jun. 1994 과 같이 P. R. Patel 과 J. M. Holtzman에 의해 발표되었다.

한편, 직렬 간섭 - 신호 제거 방법의 문제점을 개선하기 위한 접근으로서 1) 사용자 신호 검출지연을 줄이고, 2) 시스템 성능 범위내에서 간섭 - 신호 제거 처리를 수행하기 위해 전체 사용자를 일정한 그룹으로 나눈 다음, 그룹내의 다른 사용자 신호간의 간섭 제거없이 한꺼번에 그룹단위로 제거하는 그룹단위 직렬 간섭 - 신호 제거(GSIC, Groupwise Serial Interference Cancellation) 방법은 “Groupwise Successive Interference Cancellation in a DS/CDMA System,” Proceedings of IEEE PIMRC, pp. 742 - 746, 1995 과 같이 F. Wijk, G. M. J. Janssen 과 R. Prasad에 의해 제안되었다.

그러나 위와 같은 종래의 그룹단위 직렬 간섭 - 신호 제거 방법은 그룹내의 다른 사용자의 간섭 - 신호를 제거하지 않기 때문에 간섭 - 신호 제거 지연과 구현 복잡도를 줄이는 장점은 얻을 수 있지만 각각의 신호 검출시 신호대 잡음비 성능이 저하되어 성능면에서는 직렬 간섭 - 신호 제거 방법보다 뒤지는 결과를 초래한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 시.디.엠.에이 시스템의 역방향 링크에서 다중 - 사용자 접속에 의한 간섭 - 신호들을 보다 효율적으로 제거할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 시.디.엠.에이 시스템의 역방향 링크에서 다중 - 사용자 접속에 의한 간섭 - 신호들을 반복적으로 제거하는 방법이다. 이 방법은, 기지국을 중심으로 한 셀내의 모든 사용자를 그 신호 전력순에 따라 n (n 은 2 이상의 정수) 개의 그룹으로 나누는 단계를 포함한다. 다음에, h (h 는 2 이상의 정수) 명으로 구성된 각 그룹의 사용자들이 그 신호 전력의 내림차순으로 정렬된다. 다음에, 제1 그룹의 h 명의 사용자 신호들에 대하여, 간섭 - 신호 복원 유니트(IRD)들로서 간섭 - 신호가 차례대로 제거되어, 이전 단계들에서 적용되었던 모든 사용자 신호들이 중첩적으로 적용되도록 상기 간섭 - 신호 복원 유니트(IRD)가 병렬로 증가되면서 제1 그룹의 전체 입력신호에서 간섭 - 신호가 제거된다. 다음에, 상기 간섭 - 신호 제거 단계가 적용되어 나머지 각 그룹에서 사용자 수만큼 병렬로 간섭 - 신호가 반복적으로 제거된다. 다음에, 간섭 제거 단수 만큼의 지연 후 그룹 내 모든 사용자 신호에 대해 동일한 시점에서 간섭 - 신호가 전체 입력 신호로부터 제거되어 각각의 사용자 신호가 검출된다.

이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다.

본 발명의 방법을 적용한 시스템에서 송신신호를 발생하기 위한 송신기 구조는 도 1과 같다. 송신기 구조는 단위 셀에서 비동기 코드분할 다중접속방식 시스템(Asynchronous Code Division Multiple Access System)의 역방향 링크 규격(3CPP, "Technical Specifications of Physical channels and mapping of transport channels onto Physical channels (FDD)," Version 3.0.2, March 2000)과 같다. 도 1과 같이 송신신호는 이진 위상이동변조(BPSK, Binary Phase Shift Keying) 데이터 채널 $d_k(t)$ 과 제어 채널 $c_k(t)$ 을 각각의 채널 부호 $b_{ch}^d(t)$ 와 $b_{ch}^c(t)$ 으로 확산시킨 다음, 칩 주기 T_c 를 갖는 k -번째 사용자의 I와 Q-채널의 스크램블링 부호 $a_k^{I/Q}(t)$ (01)로 최종 확산시켜 송신신호 $s_k(t)$ 를 발생한다.

펄스 정형부(02)의 임펄스 응답 $p(t)$ 는 칩(chip) 구간동안 단위 직각 펄스로 가정한다. P_k^d 와 P_k^c 는 각각 k -번째 사용자의 데이터 채널 및 제어 채널 전력을 나타낸다. 또한 $b_k^{I/Q}(t)$ 는 비트주기 T 를 갖는 k -번째 사용자의 데이터 채널 및 제어 채널의 이진 데이터 열을 나타내며, 각각 $b_k^d(t) = \beta_{ch}^d(t)d_k(t)b_{ch}^d(t)$ 와 $b_k^c(t) = \beta_{ch}^c(t)c_k(t)b_{ch}^c(t)$ 와 같다. β_{ch}^d 와 β_{ch}^c 는 각각 데이터 채널과 제어 채널 이득을 나타내고, $N (= T/T_c)$ 은 처리이득(Processing gain)을 의미한다.

본 발명의 적용 시스템에서 전체 K 명의 송신신호는 페이딩(fading) 채널환경에서 서로 다른 지연을 갖는 P 개의 다중경로를 통해 수신기에 입력된다고 가정한다. 그리고 수신되는 k -번째 사용자의 송수신기간 페이딩 채널의 저역통과 등 가 임펄스 응답은 아래의 수학식 1과 같이 정의한다.

수학식 1

$$h_k(t) = \sum_{i=1}^{\infty} P_{ik} \delta(t - t'_{ik}) e^{j\theta'_{ik}}$$

여기서 $\delta(\cdot)$ 는 디락(Dirac) 임펄스 함수를 나타내고, \cdot 은 P 개의 전송경로 중 \cdot -번째 경로를 나타낸다. 전체 P 개의 경로 중 L 개의 경로 신호만을 복조할 수 있다고 가정하고 L 개의 경로 중 \cdot -번째 경로를 L_k 라고 한다. α'_k 는 k -번째 사용자 신호의 \cdot -번째 경로이득을 나타내며, 평균 경로전력이 $E[(\alpha'_k)^2] = 20$ 인 레일레이 확률분포로 가정한다. k -번째 경로위상 θ'_k 는 $[0, 2\pi]$ 에서 균일분포를 가진다고 가정한다. 그리고 τ'_k 는 k -번째 사용자의 \cdot -번째 경로에 대한 비동기 전송지연을 나타내며, $[0, T]$ 사이에서 균일분포를 가진다고 가정한다.

따라서 전체 K 명의 수신신호는 아래의 수학식 2와 같이 P 개의 다중경로를 통한 경로지연 및 위상이동에 의한 신호의 조합형태로 입력된다.

수학식 2

$$r(t) = Re \left[\sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^P h_k(t) s_k(t - \tau'_k) \right] + n(t)$$

위 수학식 2에서, $\delta'_k = \theta'_k - \omega_c \tau'_k + \omega_c T_k$ 는 k -번째 사용자 신호의 \cdot -번째 경로의 순수 위상 오프셋을 나타내며, $[0, 2\pi]$ 에서 균일 분포를 가진다고 가정된다. 그리고 T_k 는 k -번째 사용자의 비동기 전송지연을 나타낸다. $n(t)$ 는 양측(two-sided) 스펙트럼 밀도가 $N_0/20$ 이고 제로 평균을 갖는 백색 채널 잡음이다. 그리고 $n(t)$ 는 두 개의 직교 가우시안 잡음 프로세스의 합 $n(t) = n_c(t) + jn_s(t)$ 으로 나타낼 수 있다.

위 수학식 2와 같은 수신 신호 $r(t)$ 는 I와 Q-채널에 따라 기저 대역으로 다운 변환되고 저역통과 필터를 통과한 다음 정합필터를 거쳐 이상적인 칩 주기의 샘플링 신호가 된다.

위와 같은 송신기 구조에 대한 본 발명의 간섭-신호 제거 개념을 설명하면 다음과 같다.

위 샘플링 신호는 도 2와 같이 전체 사용자를 시스템 성능에 따라 적절한 크기의 사용자 그룹(10, 20, 30)으로 나누고, 각 그룹내에서 간섭-신호 제거를 반복적으로 수행하여 각각의 사용자 신호를 검출한 다음, 다시 재 확산시켜 나머지 전체 사용자 신호에서 원하는 사용자 신호를 제외한 나머지 사용자 신호를 제거한다. 일반적인 그룹단위 직렬 간섭-신호 제거 방법은 그룹내의 사용자간 간섭-신호 제거가 이루어지지 않으므로 그룹을 크게 할 수록 성능이 저하되고, 상대적으로 큰 전력을 갖는 사용자 검출시 오류율이 커지는 문제점을 갖고 있다. 본 발명의 반복 그룹단위 등지연 간섭-신호 제거(IGEIC, Iterative Groupwise Equal-delay Interference Cancellation) 방법(도 3)은 이러한 문제점을 개선하며, 그룹 내 사용자간 동일한 데이터 검출지연을 얻을 수 있다.

도 2는 h 명의 사용자를 하나의 그룹(10, 20, 30)으로 묶은 다음, 큰 전력 사용자 군(Group)부터 차례대로 간섭-신호를 제거하여 $(K-1)$ -번째 사용자 신호까지 간섭-신호를 제거하는 개념을 나타낸 것이다.

그룹내에서 간섭-신호 제거에 의한 k -번째 사용자 신호검출은 이상적인 샘플링에 의해서 얻은 전체 신호 d_0^{rc} 를 스크램블링 부호 a_k^{rc} 와 채널 부호 $b_{ch}^{rc}(t)$ 로 차례대로 역확산시켜서 구한다. k -번째 사용자의 \cdot -번째 경로에 있어서 I-채널 성분과 Q-채널 성분의 복소 역확산 신호는 4가지 성분 즉, $y_k^{rc}(t), y_k^{rc}(t), y_k^{rc}(t), y_k^{rc}(t)$ 로 나눈다.

각 사용자 신호를 검출하기 전에 사용자들은 신호전력이 가장 큰 신호부터 내림차순으로 정렬되어 있으므로 가장 큰 신호인 첫 번째 사용자 신호부터 신호를 검출한다.

첫 번째 사용자의 복소 역학산 신호 $y_1^H(t_r)$ 은 아래의 수학식들 3~6에 의하여 구할 수 있다.

수학식 3

$$y_1^H(t_r) = d_0^H \cdot a_1^H(t - t_1^H) \cos \phi_1^H$$

수학식 4

$$y_1^Q(t_r) = d_0^Q \cdot (-) a_1^Q(t - t_1^Q) \sin \phi_1^Q$$

수학식 5

$$y_1^Q(t_r) = d_0^Q \cdot (-) a_1^Q(t - t_1^Q) \cos \phi_1^Q$$

수학식 6

$$y_1^Q(t_r) = d_0^Q \cdot a_1^Q(t - t_1^Q) \sin \phi_1^Q$$

그리고 역학산 신호 수학식 3과 수학식 4를 합함으로써 I- 채널 성분 $y_1^H(t_r)$ 을 제거하고, 역학산 신호 수학식 5와 수학식 6을 합함으로써 Q- 채널 성분 $y_1^Q(t_r)$ 을 제거할 수 있다. 여기서 각 사용자의 경로위상은 채널추정을 통해 정확히 검출한다고 가정 한다.

다시 첫 번째 사용자의 역학산 신호 성분 $y_1^H(t_r)$ 을 제거함으로써 이상적인 샘플링 신호인 $y_1^Q(t_r)$ 을 얻기 위해 사용자의 간섭 - 신호 제거를 수행한다. 이와 같은 간섭 - 신호 제거 과정을 반복적으로 수행하여 원하는 신호를 검출한다.

도 2에 도시된 바와 같이, h 명의 사용자 그룹(10, 20, 30)을 갖는 각 간섭 - 신호 제거 단(stage)에서 다른 사용자 신호 성분을 간섭 - 신호 제거 가중인자 (Weighting factor : β_h ($0 < \beta_h \leq 1$)) (50)에 비례하여 제거하고, $(1 - \beta_h)$ 의 간섭 - 신호량은 다음 단의 신호 검출을 위해 사용한다. 이것은 각 단에서 완벽한 간섭 - 신호 제거가 이루어지지 못하기 때문에 검출하고자 하는 신호가 간섭 - 신호성분에 섞여 제거되는 것을 방지하기 위함이다. 이렇게 첫 번째 그룹(10)에서 h 번 간섭 - 신호 제거를 통해 얻은 k - 번째 사용자의 I- 채널 역학산 간섭 - 신호 및 잡음신호의 분산값(잡음전력)은 아래의 수학식 7과 같다.

수학식 7

$$\eta_{k,h}^I = \frac{2}{3N} \sum_{i=1}^h \sum_{j=1, j \neq i}^N E[(a_{k,j}^I)^2] (P_j^d + P_j^e)$$

$$= \frac{2(1-\beta_h)^2}{3N} \sum_{i=1, i \neq k}^h \sum_{j=1}^N E[(\hat{a}_{k,j}^I)^2] (P_j^d + P_j^e)$$

$$= \frac{2}{3N} \sum_{i=h+1}^K \sum_{j=1}^N E[(a_{k,j}^I)^2] (P_j^d + P_j^e) + \frac{N_0}{4}$$

위 수학식 7에서, $E[\cdot]$ 는 평균값을 나타내고, \hat{a}_{μ} 는 수신된 경로이득을 나타낸다. 한편, Q-채널 잡음 분산값은 I-채널 잡음 분산값과 동일한 결과를 얻는다.

도 3은 5명의 사용자를 하나의 그룹으로 묶은 본 발명의 방법의 일례를 나타낸 것이다. 도 3의 각 간섭-신호 제거단에서 간섭-신호 복원 유니트(IRU)(40)의 반복적인 동작을 통해 간섭-신호를 제거하고 신호를 재확산시킨다. 그룹내에서 최종적으로 5명의 사용자 신호를 재확산시킨 다음, 전체신호에서 원하는 사용자 신호를 제외한 나머지 4명의 신호를 제거한다. 이 결과 그룹내에서 검출하고자 하는 신호만 존재하는 이상적인 조건이 되어 그룹내의 각 사용자는 단일 사용자 검출조건이 된다.

본 발명의 방법은 간섭-신호 제거단에 비례하여 간섭-신호 복원 유니트(IRU)(40)가 증가하여, 가중인자($\beta_{\mu, h}$, $h=1, 2, 3, 4, 5$)(50)에 따라 병렬로 간섭-신호를 제거하여 다음 간섭-신호 제거단을 위한 신호를 재생한다. 이렇게 그룹의 사용자 수만큼 간섭-신호 제거를 반복적으로 수행함으로써 전체 신호에서 그룹내의 재확산 간섭-신호들을 제거한다. 다시 말하면, 도 4와 같이 k -번째 사용자의 h -번째 간섭-신호 제거단의 재확산 신호 $a_{k,h}^{RC}(100)$ 를 h -번째 간섭-신호 제거단의 전체 신호 $a_{k,h}^{RC}(90)$ 에 더하고(110) 복소 역확산기(120)에 의해 역확산을 수행하여 다중경로 결합기(130)를 통해 여러 경로 성분을 결합한 다음, 결정소자(140)에 의해서 $b_{k,h}^{RC}$ 신호를 검출한다. 다음에, 다시 채널추정을 통해 얻은 경로 이득을 채널추정 보상기(150)로 보상해서, 복소 재확산기(160)로 재확산을 수행한다. 그리고 도 5의 데이터 결정 유니트(DDU)는 그룹내의 다른 사용자 신호들을 제거한 나머지 전체 신호 $a_{k,h}^{RC}(180)$ 와 검출하고자 하는 재확산 신호 $a_{k,h}^{RC}(170)$ 를 입력하여 합한(190) 다음, 복소 역확산기(200)를 통해 역확산시키고 다중경로 결합기(210)으로 여러 경로 성분을 결합하는 과정을 거쳐 결정소자(220)에 의해 최종 수신 데이터 $a_{k,h}^{RC}(230)$ 를 복원한다.

이와 같이 각 단에서 간섭-신호 제거를 반복적으로 수행함으로써 먼저 간섭-신호 제거가 이루어지는 상대적으로 큰 전력 사용자 신호의 검출성능이 개선될 뿐만 아니라 그룹내 사용자들의 검출 성능이 동일하게 된다. 또한 그룹내에서 큰 전력 사용자 신호 검출을 작은 전력 사용자들의 신호 제거 후에 반복적으로 수행하기 때문에 전체적으로 사용자 신호 검출 성능이 향상된다.

도 6은 본 발명의 방법을 기존의 직렬 간섭-신호 제거 방법 성능과 비교한 것이다. 도 6은 단일 경로에서 사용자 그룹 10(5+5), 20(10+10), 30(15+15)에 대해서 간섭-신호 제거 가중인자 " $\beta_{\mu} = "0.8"$ "로 가정했을 때 성능을 나타낸 것이다. 도 6에서 굵은 점선들은 본 발명의 반복 그룹단위 등지연 간섭-신호 제거(IGEIC) 방법 성능을 나타낸다. 사용자 10(5+5)명인 경우 오류율(BER) = 1.0×10^{-4} 에서 직렬 간섭-신호 제거(SIC) 방법보다 3dB 정도 우수한 성능을 나타낸다.

발명의 효과

이상 설명된 바와 같이, 본 발명에 따른 간섭 제거 방법에 의하면, 종래의 직렬 간섭-신호 제거 방법과 그룹단위 직렬 간섭-신호 제거 방법에 비하여 그 성능을 최소 3dB(전력기준 2배) 이상의 개선된 결과를 얻음으로써 시.디.엠.에이 시스템 사용자 수의 급증으로 인한 전체적인 시스템의 성능 저하를 극복할 수 있다. 또한 그룹내 모든 사용자의 검출성능이 거의 동일하기 때문에 무선 신호의 급격한 변화에 의한 사용자 신호 전력의 내림차순 정렬이 매번 뒤바뀜으로써 생기는 재정렬 문제를 최소화할 수 있는 장점 등을 갖는다. 따라서 본 발명에 따른 간섭제거 방법에 의하면, 반도체 기술의 발전에 힘입어 차세대 이동통신 시스템(IMT-2000)에서 전체적인 시스템 성능 향상을 위한 가장 핵심적인 기술로서의 역할을 할 수 있다.

본 발명은, 상기 실시예에 한정되지 않고, 청구범위에서 정의된 발명의 사상 및 범위 내에서 당업자에 의하여 변형 및 개량될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

시.디.엠.에이 시스템의 역방향 링크에서 다중 - 사용자 접속에 의한 간섭 - 신호들을 반복적으로 제거하는 방법에 있어서, 하나의 기지국에서 한 셀내의 모든 사용자를 그 신호 전력순에 따라 n (n 은 2 이상의 정수) 개의 그룹으로 나누는 단계;

h (h 는 2 이상의 정수) 명으로 구성된 각 그룹의 사용자들을 그 신호 전력의 내림차순으로 정렬하는 단계;

제1 그룹의 h 명의 사용자 신호들에 대하여, 간섭 - 신호 복원 유니트(IRU)들로서 간섭 - 신호를 차례대로 제거하되, 이전 단계들에서 적용되었던 모든 사용자 신호들이 중첩적으로 적용되도록 상기 간섭 - 신호 복원 유니트(IRU)를 병렬로 증가시키면서 상기 제1 그룹의 전체 입력신호에서 간섭 - 신호를 제거하는 단계;

상기 간섭 - 신호 제거 단계를 적용하여 나머지 각 그룹에서 사용자 수만큼 병렬로 간섭 - 신호를 반복적으로 제거하는 단계; 및

간섭 제거단 수만큼의 지연 후 그룹내 모든 사용자 신호에 대해 동일한 시점에서 간섭 - 신호를 전체 입력 신호로부터 제거하여 각각의 사용자 신호를 검출하는 단계를 포함하는 간섭 - 신호 제거방법.

청구항 2.

상기 제1항에 있어서, 상기 사용자 수만큼 병렬로 간섭 - 신호를 반복적으로 제거하는 단계에서,

상기 간섭 - 신호 제거단에 상응하는 간섭 - 신호 복원 유니트(IRU)를 구비하는 단계,

각 간섭 제거 단계마다 원하는 신호를 검출한 후 다른 사용자에게 간섭 - 신호로 작용하는 검출 신호를 재확산하여 그룹에 입력된 전체 신호에서 빼는 단계에서 앞 단의 간섭 제거단에서 완벽하지 못한 신호 검출로 인해 포함된 다른 사용자 신호 성분이 제거되는 것을 방지하기 위해 설정된 가중인자(β_n)에 따라 병렬로 간섭 - 신호를 제거하는 단계,

상기 간섭 - 신호 제거단을 위한 간섭 - 신호 복원 유니트에서 검출한 사용자 신호를 재생하여 그룹의 사용자 수만큼 간섭 - 신호 제거를 반복적으로 수행하는 단계, 및

해당 신호를 제외한 나머지 다른 사용자 검출 신호를 재확산하여 전체 신호에서 제거하는 단계가 수행되는 간섭 - 신호 제거 방법.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 간섭 - 신호 복원 유니트를 이용한 간섭 - 신호 제거 단계에서,

k - 번째 사용자의 h - 번째 간섭 - 신호 제거 단의 재확산된 I와 Q - 채널 신호 $d_{k,k}^{I,Q}$ (100)를 h - 번째 간섭 - 신호 제거 후에 남은 전체 신호 $d_{k,k}^{I,C}$ (90)에 더하고 복소 역확산한 다음, 경로 수 만큼의 신호들을 결합한 후 신호를 검출하는 단계, 및

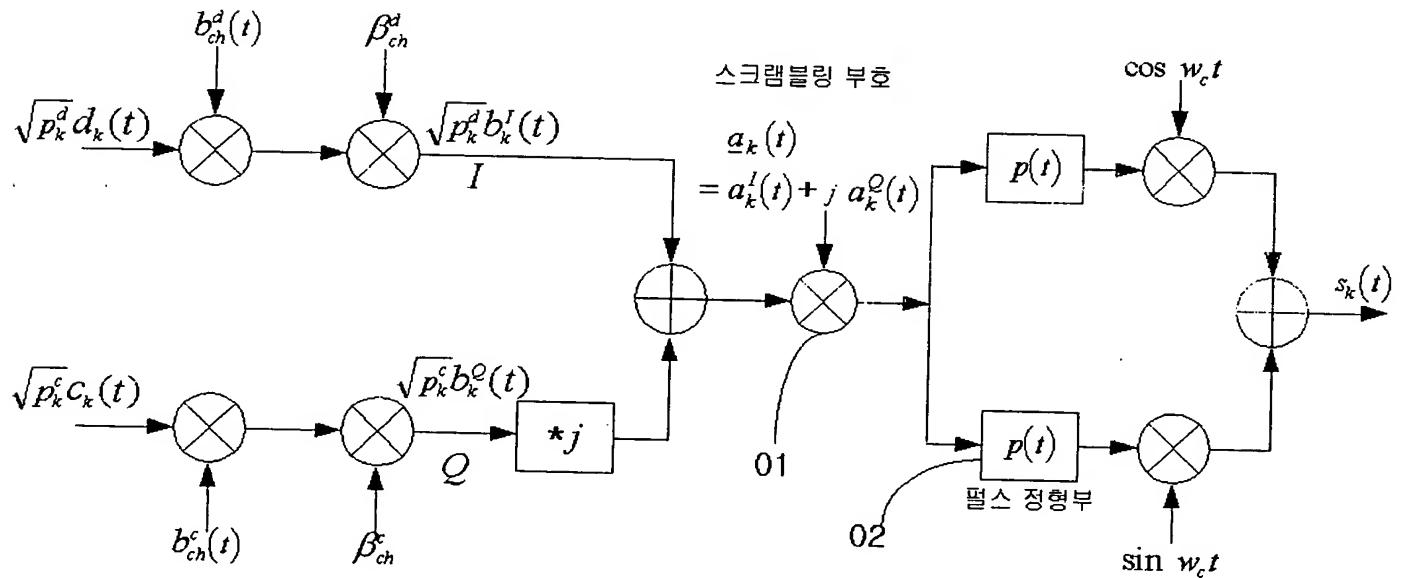
다시 채널 추정을 통해 얻은 경로이득을 보상해서 재확산하는 기능을 수행하는 단계가 수행되는 간섭 - 신호 제거 방법.
청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 각 사용자 신호를 검출하기 위해 자신의 신호를 제외한 다른 신호를 제거한 다음, 해당 신호를 검출하는 단계에서,

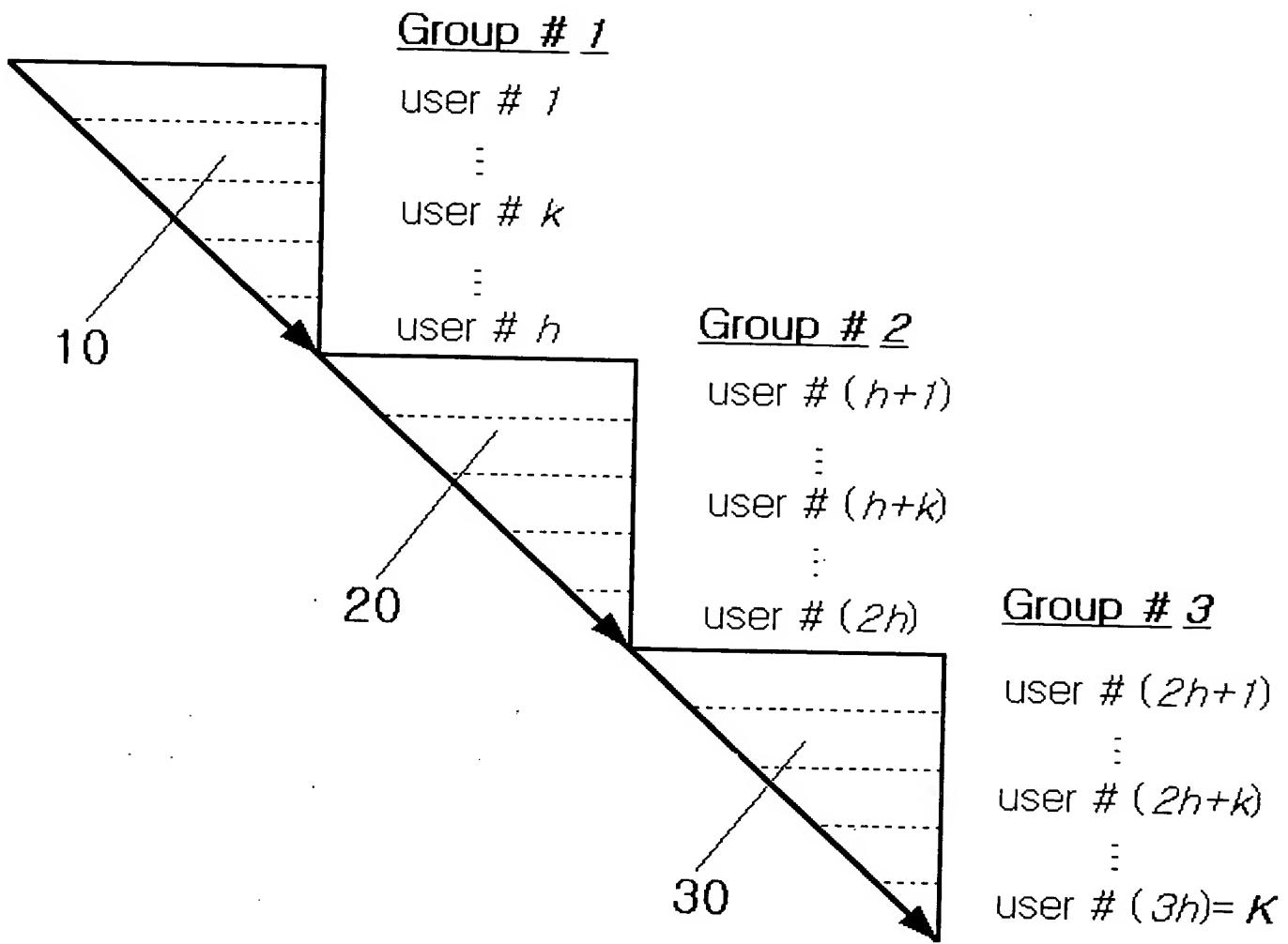
그룹내의 모든 사용자 신호들을 제거한 나머지 전체 신호 $d''_k(t)$ (180)와 각 사용자의 간섭 - 신호 복원 유니트의 출력 신호 $d''_k(t)$ (170)를 더하고 다시 역확산을 한 다음, 경로 수만큼의 신호를 결합하여 사용자별로 최종 수신 데이터를 복원하는 간섭 - 신호 제거 방법.

도면

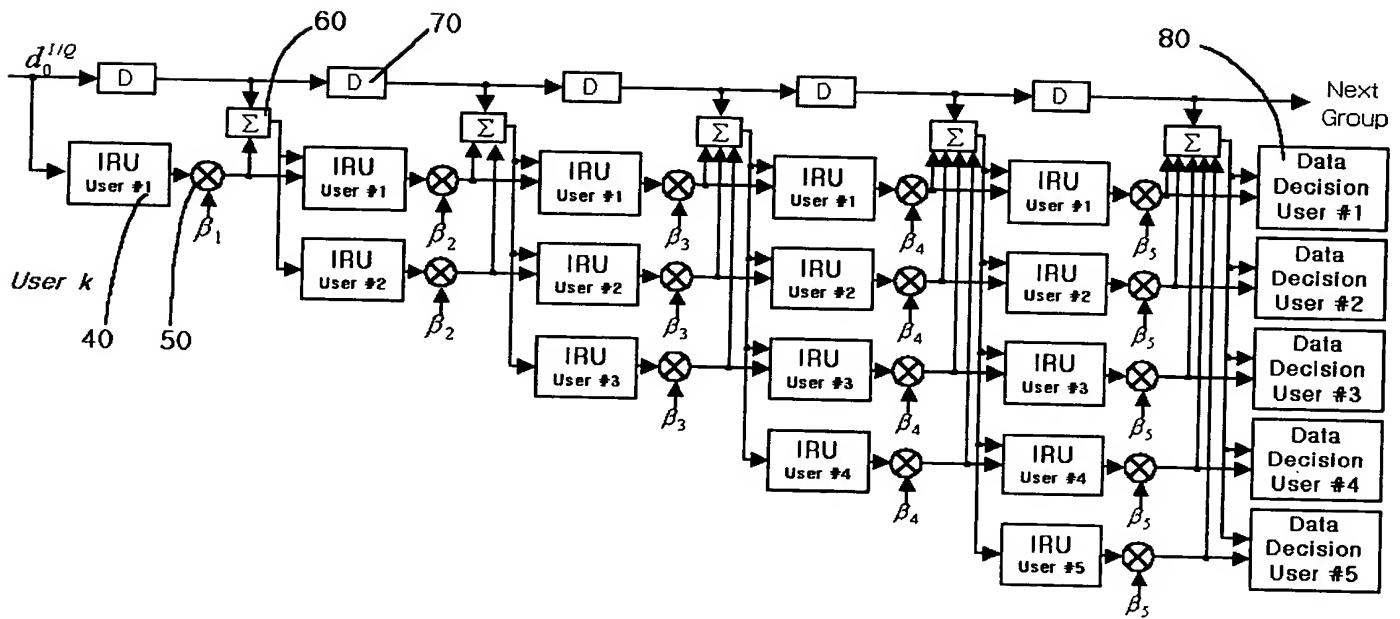
도면 1



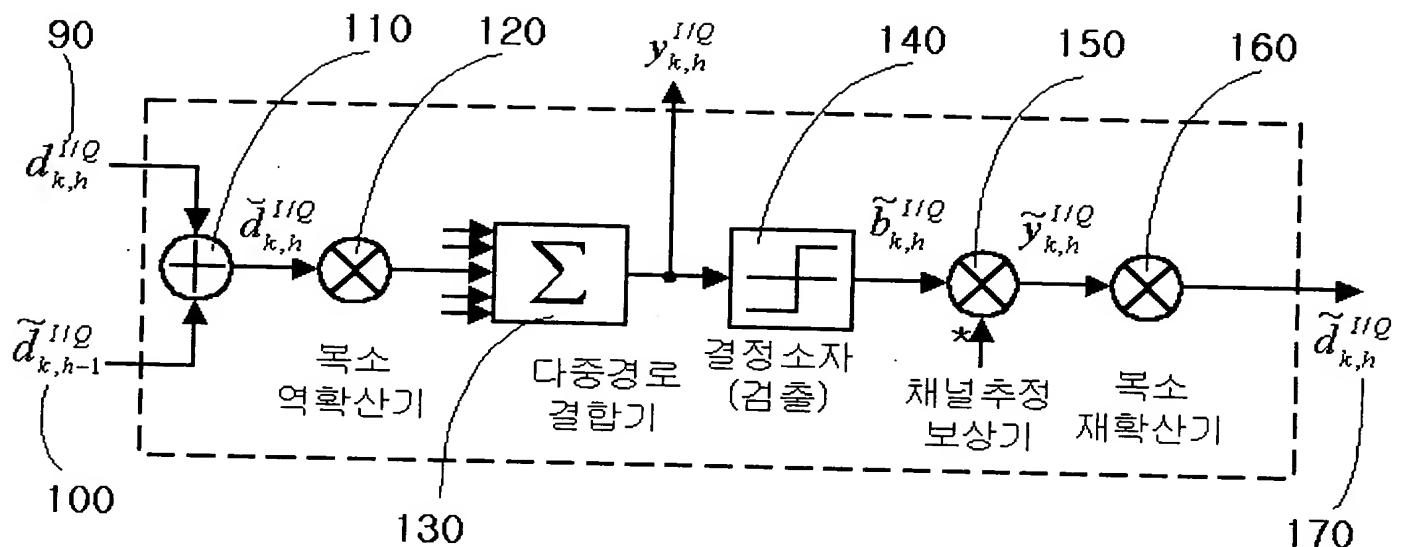
도면 2



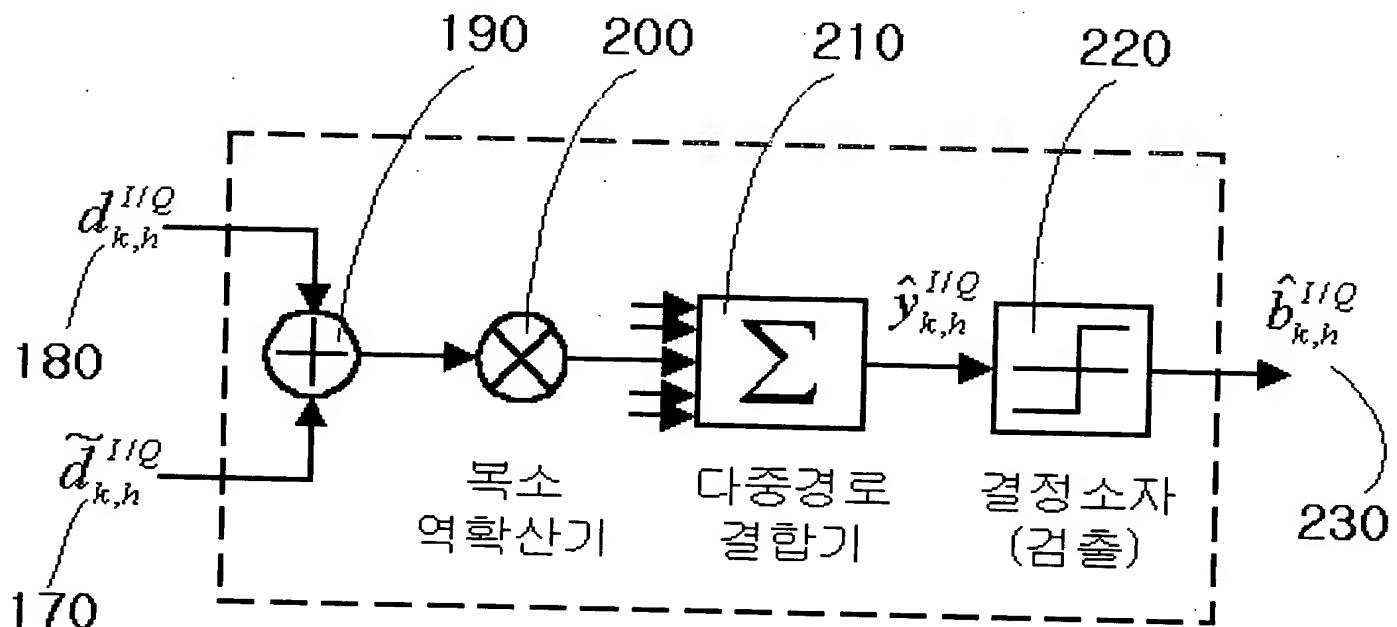
도면 3



도면 4



도면 5



도면 6

